

**PRAKTIKUM PERANCANGAN SISTEM TEKNIK
INDUSTRI 1
TAHUN AKADEMIK 2016/2017**

**MODUL 4 SUB 3
FISIOLOGI KERJA**



**KERJASAMA PRAKTIKUM PERANCANGAN SISTEM TEKNIK
INDUSTRI
LABORATORIUM ERGONOMI DAN PERANCANGAN SISTEM KERJA
PRODI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
TRUNOJOYO
2017**

MODUL 4 SUB 3

FISIOLOGI KERJA

1. Pengantar Praktikum

PT TI PRUTTT ingin melakukan pengukuran beban kerja pada aktivitas kerja secara manual yaitu dalam pengangkatan tiap lot produk sandal jepit dengan cara pengukuran performansi fisik saat operator mengayuh *ergocycle* dan berjalan di atas *treadmill*. Maksud dari pengukuran beban kerja adalah untuk menilai beban kerja operator. Pengukuran dilakukan menggunakan pengukuran beban secara fisiologis dengan memperhatikan klasifikasi beban kerja fisik berdasarkan konsumsi energi dan konsumsi oksigen, serta dengan melakukan *cardiovaskular strain* (%CVL), diharapkan dengan melakukan pengukuran beban kerja dapat diketahui kondisi fisik operator apakah masih dalam kondisi yang baik atau diperlukan adanya penanganan sesegera mungkin. Dalam konteks ergonomi, tujuan yang ingin dicapai adalah memastikan bahwa sistem kerja dirancang sedemikian rupa sehingga diperoleh produktivitas dan kualitas kerja terbaik yang dapat dicapai jika beban (*energy cost*) berada di dalam batas kemampuan fisik operator.

2. Tujuan

Tujuan dari praktikum Perancangan Sistem Teknik Industri modul 4 sub 3 mengenai Fisiologi Kerja adalah sebagai berikut:

1. Mengerti pengaruh pemberian beban kerja terhadap aspek fisiologis manusia
2. Mengetahui perbedaan pemberian beban kerja yang dapat berpengaruh terhadap aspek fisiologis manusia.
3. Mampu melakukan pengukuran beban kerja menggunakan metode fisiologi.
4. Mampu menghitung konsumsi energi dan oksigen yang dibutuhkan oleh operator.
5. Mengetahui waktu *recovery* yang dibutuhkan operator untuk kembali pada kondisi normal.
6. Mengetahui klasifikasi beban kerja operator berdasarkan perhitungan *cardiovascular strain* (%CVL).

7. Mampu mengetahui perbedaan pembebanan terhadap faktor-faktor yang berpengaruh menggunakan grafik.
8. Mampu merancang sistem kerja dengan memanfaatkan hasil pengukuran beban kerja secara fisiologis.

3. Landasan Teori

3.1 Identifikasi Masalah

Pekerjaan dengan aktivitas yang tidak statik dapat dilakukan evaluasi beban kerja dengan cara menghitung besarnya energi yang dibutuhkan saat bekerja. Namun, terdapat pendekatan yang lebih tepat, yaitu dengan membandingkan energi yang dibutuhkan, relatif terhadap kapasitas (fisiologis) maksimal dari seorang operator pembebanan kerja. Rasio tersebut dapat digunakan untuk mengetahui suatu pekerjaan dikategorikan sebagai pekerjaan yang ringan, sedang, ataupun berat. Evaluasi beban kerja dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung, namun dalam praktikum kali ini yang digunakan adalah pengukuran secara tidak langsung yaitu dengan mengukur denyut jantung yang secara langsung berhubungan linear dengan konsumsi oksigen (Irdiastadi dan Yassierli, 2015).

Menurut Bridger et. al. (2008), akibat jika beban kerja yang diberikan berlebihan yaitu dapat berakibat buruk pada performansi kerja, antara lain penurunan waktu reaksi, peningkatan kesalahan dalam mengambil keputusan, penurunan kemampuan konsentrasi, dan yang paling buruk adalah menimbulkan potensi kecelakaan kerja. Dalam konteks ergonomi, tujuan yang ingin dicapai adalah memastikan bahwa sistem kerja dirancang sedemikian rupa sehingga diperoleh produktivitas dan kualitas kerja terbaik yang dapat dicapai jika beban (*energy cost*) berada di dalam batas kemampuan fisik.

3.2 Faktor yang Memengaruhi Beban Kerja

Menurut Rodahl (1989) dalam Tarwaka (2004) Secara umum hubungan antara beban kerja dan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor eksternal dan faktor internal :

3.2.1 Beban Kerja oleh Faktor Eksternal

Faktor eksternal beban kerja adalah beban kerja yang berasal dari luar tubuh pekerja. Yang termasuk beban kerja eksternal adalah tugas (task) itu sendiri, organisasi dan lingkungan kerja. Ketiga aspek ini sering disebut sebagai *stressor*.

1. Tugas-tugas yang dilakukan mencakup tugas fisik (stasiun kerja, tata ruang tempat kerja, alat dan sarana kerja, dll.) dan tugas mental (tingkat kesulitan

pekerjaan yang memengaruhi tingkat emosi pekerja, tanggung jawab terhadap pekerjaan, dll)

2. Organisasi kerja yang dapat memengaruhi beban kerja seperti lama waktu kerja, waktu istirahat, sistem kerja, model struktur organisasi, dll
3. Lingkungan yang dapat memberikan tambahan beban kerja, diantaranya:
 - a. Lingkungan kerja fisik (mikroklimat, intensitas penerangan, vibrasi mesin, tekanan udara, dll.).
 - b. Lingkungan kerja kimiawi (Debu, gas polutan, uap logam, dll.).
 - c. Lingkungan kerja biologis (Bakteri, virus, jamur, dll).
 - d. Lingkungan kerja psikologis (hubungan antar pekerja, pekerja dengan atasan, dan pekerja dengan lingkungan sosial).

3.2.2 Beban Kerja oleh Karena Faktor Internal

Faktor internal beban kerja adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh itu sendiri sebagai akibat adanya reaksi dari beban kerja eksternal. Reaksi tubuh tersebut dikenal sebagai *strain*. *Strain* dapat dinilai secara objektif maupun subjektif, secara objektif melalui perubahan reaksi fisiologis, sedangkan secara subjektif dapat melalui perubahan reaksi psikologis dan perubahan perilaku. Faktor internal meliputi:

- a. Faktor somatis (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, dll.).
- b. Faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan, dll.).

3.3 Penilaian Beban Kerja Fisik

Menurut Astrand dan Rodahl (1977) dalam Tarwaka (2004), penilaian beban kerja fisik dapat dilakukan dengan dua metode secara objektif, yaitu metode penilaian langsung dan tidak langsung. Metode penilaian secara langsung dilakukan dengan mengukur energi yang dikeluarkan (*energy expenditure*) melalui asupan oksigen selama bekerja, namun kendala yang didapatkan menggunakan metode pengukuran langsung yaitu hanya dapat mengukur untuk waktu kerja yang singkat dan biaya pembelian peralatan yang besar. Metode pengukuran secara tidak langsung yaitu dengan menghitung denyut nadi selama bekerja.

Berat ringannya beban kerja dapat menentukan berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas pekerjaannya sesuai dengan kemampuan atau

apabilitas kerja yang bersangkutan, yang dapat disimpulkan bahwa jika semakin berat beban kerja, maka akan semakin pendek waktu kerja seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti dan sebaliknya (Christensen, 1991).

3.4 Konsumsi Energi (*Energy Expenditure*), Oksigen dan Kategori Beban Kerja

Pengukuran energi yang dibutuhkan saat bekerja pada umumnya dilakukan secara tidak langsung melalui pengukuran jumlah oksigen yang dikonsumsi per satuan waktu (liter/menit). Dengan demikian, energi saat bekerja dapat dihitung dengan cara mengukur oksigen yang dikonsumsi oleh seorang individu saat melakukan pekerjaan yang bersangkutan. Perbandingan peningkatan konsumsi oksigen pada saat kerja relatif terhadap konsumsi oksigen saat istirahat merupakan indeks beban fisiologis yang dialami seseorang akibat pekerjaan yang dilakukannya (Kroemer et. al, 2001).

Evaluasi beban fisiologis yang dialami seorang pekerja juga dapat dilakukan dengan pengukuran denyut jantung, yang diindikasikan bahwa semakin berat kerja fisik seseorang, semakin berat pula kerja jantung, yang dapat dicek melalui kenaikan intensitas denyut jantung (Iridiastadi dan Yassierli, 2015).

Tabel Klasifikasi Beban Kerja Fisik Berdasarkan Konsumsi Energi Dan Konsumsi Oksigen (Tayyari dan Smith, 1997)

Tingkat Pekerjaan	Energi <i>Expenditure</i>		Detak Jantung	Konsumsi Oksigen
	Kkal/menit	Kkal/8jam	Detak/menit	Liter/menit
<i>Undully Heavy</i>	>12,5	> 6000	> 175	> 2,5
<i>Very Heavy</i>	10,0 – 12,5	4800 – 6000	150 – 175	2,0 – 2,5
<i>Heavy</i>	7,5 – 10,0	3600 – 4800	125 – 150	1,5 – 2,0
<i>Moderate</i>	5,0 – 7,5	2400 – 3600	100 – 125	1,0 – 1,5
<i>Light</i>	2,5 – 5,0	1200 – 2400	60 – 100	0,5 – 1,0
<i>Very Light</i>	< 2,5	< 1200	< 60	< 0,5

Pengukuran denyut jantung selama bekerja merupakan metode untuk menilai *cardiovascular strain*. Peralatan yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemeteri dengan menggunakan *electrocardiograph* (ECG). Jika peralatan tidak tersedia, maka dapat dicatat secara manual menggunakan *stopwatch* dengan metode 10 denyut dan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Denyut nadi} \left(\frac{\text{denyut}}{\text{menit}} \right) = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu perhitungan}} \times 60$$

Grandjean (1993) dalam Tarwaka (2004) juga menjelaskan bahwa konsumsi energi sendiri tidak cukup untuk mengestimasi beban kerja fisik. Beban kerja fisik tidak hanya ditentukan oleh jumlah kJ yang dikonsumsi, tetapi juga ditentukan oleh jumlah otot yang terlibat dan beban statis yang diterima serta tekanan panas dari lingkungan kerjanya yang dapat meningkatkan denyut nadi. Berdasarkan hal tersebut maka denyut nadi lebih mudah dan dapat digunakan untuk menghitung indeks beban kerja. Astrand & Rodahl (1977); Rodahl (1989) dalam Tarwaka (2004) menyatakan bahwa denyut nadi mempunyai hubungan linier yang tinggi dengan asupan oksigen pada waktu kerja. Dan salah satu cara yang sederhana untuk menghitung denyut nadi adalah dengan merasakan denyutan pada arteri radialis di pergelangan tangan.

Denyut nadi untuk mengestimasi indeks beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis (Grandjean, 1993; Tarwaka, dkk 2004):

- a. Denyut nadi istirahat adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai
- b. Denyut nadi kerja adalah rata-rata denyut nadi selama bekerja.
- c. Nadi kerja adalah selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

Peningkatan denyut nadi berperan besar dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum didefinisikan sebagai *heart rate reserve* (HR reserve) yang diekspresikan dalam presentase yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$\%HR \text{ Reserve} = \frac{\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat}}{\text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}} \times 100$$

Manuaba dan Vanwonterghem (1996) dalam Tarwaka (2004) menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang

dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (*cardiovascular load*) dengan rumus sebagai berikut

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat})}{\text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}}$$

Dimana denyut nadi maksimum adalah (220-umur) untuk laki-laki dan (200-umur) untuk perempuan. Berdasarkan perhitungan %CVL akan dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut:

- a. $X < 30\%$ = Tidak terjadi kelelahan
- b. $30\% < X < 60\%$ = Diperlukan perbaikan
- c. $60\% < X < 80\%$ = Kerja dalam waktu singkat
- d. $80\% < X < 100\%$ = Diperlukan tindakan segera
- e. $X > 100\%$ = Tidak boleh beraktivitas

3.5 Waktu *Recovery*

Waktu *recovery* adalah waktu yang dibutuhkan untuk kembali ke kondisi normal. Waktu istirahat merupakan salah satu hal yang penting dalam penjadwalan kerja. Pemberian waktu istirahat tidak hanya penting untuk pekerjaan-pekerjaan manual yang mengandalkan kekuatan otot, tetapi juga untuk pekerjaan-pekerjaan yang mengandalkan kerja sistem saraf (Grandjean, 1986). Istirahat di tengah kerja sangat berguna dalam mengurangi terjadinya kelelahan (*fatigue*). Adanya waktu istirahat akan memberikan kesempatan untuk proses pemulihan (*recovery*) baik bagi fisik maupun mental pekerja. Untuk itu lama waktu istirahat harus cukup untuk mengembalikan kebugaran (*fitness*) pekerja (Wickens et al., 2004).

Penjadwalan waktu istirahat dapat dilakukan berdasarkan tingkat kelelahan mental dan fisik yang dialami pekerja. Tingkat kelelahan ini akan memengaruhi ketahanan pekerja dalam melaksanakan aktivitas kerjanya. Lama waktu seorang pekerja dapat menjalankan pekerjaannya sampai mengalami kelelahan ini disebut sebagai batas waktu ketahanan (*endurance time limit*) (Tayyari dan Smith, 1997).

Untuk mencari waktu *recovery* dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut (Grandjean, 1986):

$$R = \frac{T(W-S)}{W-1,5}$$

Keterangan : R = Istirahat yang dibutuhkan

T = Total waktu kerja (4 menit)

W = Konsumsi energi rata-rata (KEt)

S = Pengurangan energi rata-rata

3.7 Beban Kerja Mental

Pekerjaan yang bersifat mental sulit diukur melalui perubahan fungsi faal tubuh. Secara fisiologis, aktivitas mental terlihat sebagai suatu jenis pekerjaan yang ringan sehingga kebutuhan kalori untuk aktivitas mental juga lebih rendah. Padahal secara moral dan tanggung jawab, aktivitas mental jelas lebih berat dibandingkan dengan aktivitas fisik karena lebih melibatkan kerja otak (*white-collar*) dari pada kerja otot (*blue-collar*).

Menurut Grandjean (1993) dalam Tarwaka (2004) setiap aktivitas mental akan selalu melibatkan unsur persepsi, interpretasi dan proses mental dari suatu informasi yang diterima oleh organ sensoris untuk diambil suatu keputusan atau proses mengingat informasi yang lampau. Yang menjadi masalah pada manusia adalah kemampuan untuk memanggil kembali atau mengingat informasi yang disimpan. Proses mengingat kembali ini sebagian besar menjadi masalah bagi orang tua. Seperti kita tahu bahwa orang tua kebanyakan mengalami penurunan daya ingat.

3.8 Kelelahan Akibat Kerja

Menurut Grandjean (1993) dalam Tarwaka (2004) Kelelahan diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot adalah merupakan tremor pada otot /perasaan nyeri pada otot. Sedang kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monoton; intensitas dan lamanya kerja fisik; keadaan lingkungan; sebab-sebab mental; status kesehatan dan keadaan gizi .

Grandjean (1991) dalam Tarwaka (2004) menjelaskan bahwa faktor penyebab terjadinya kelelahan di industri sangat bervariasi, dan untuk memelihara/ mempertahankan kesehatan dan efisiensi, proses penyegaran harus dilakukan di luar tekanan (*cancel out the stress*). Penyegaran terjadi terutama selama waktu tidur malam, tetapi periode istirahat dan waktu-waktu berhenti kerja juga dapat memberikan penyegaran.

4. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum Perancangan Sistem Kerja modul 4 sub 3 mengenai Fisiologi Kerja :

- a. *Ergocycle* (sepeda ergonomi)
- b. *Treadmills*
- c. *Stopwatch*
- d. *Observation Sheet*
- e. EGC (*electrocardiogram*)

5. Prosedur Praktikum

Prosedur praktikum modul 4 sub 3 mengenai Fisiologi Kerja meliputi prosedur pengambilan data dan pengolahan data:

5.1 Prosedur Pengambilan Data

Prosedur pengambilan data terdiri dari pengambilan data menggunakan *ergocycle* dan *tradmill*:

5.1.1 Ergocycle

Berikut ini cara pengambilan data menggunakan *ergocyle* yang dilakukan pada praktikum:

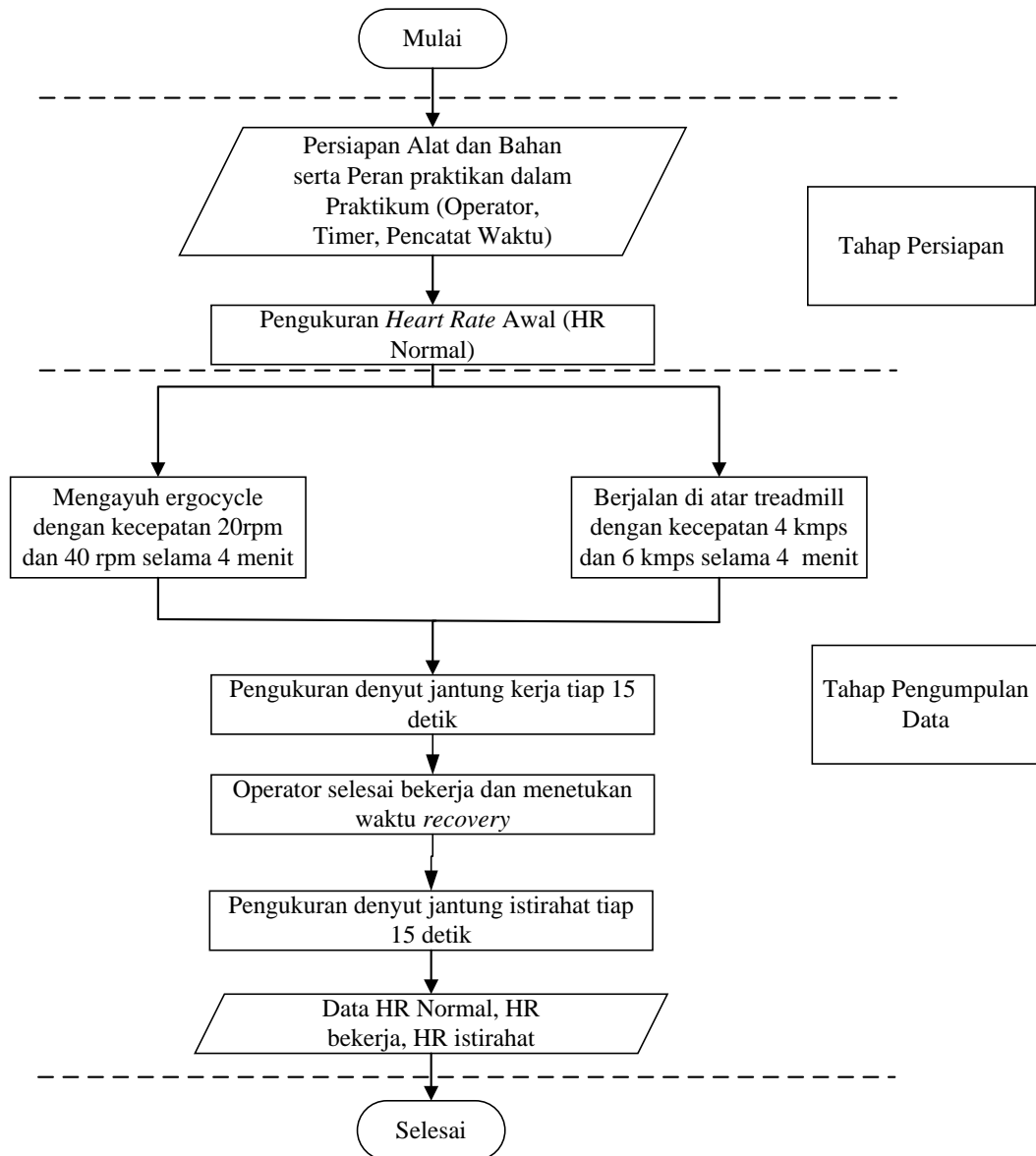
1. Siapkan satu orang operator, satu orang *timer*, dan satu orang yang mencatat / penulis waktu hasil dari percobaan, operator yang bertindak sebagai orang yang melakukan percobaan, *timer* bertugas menjaga waktu, dan penulis bertugas mencatat kecepatan denyut jantung operator dan memberi aba-aba kepada operator untuk memulai dan mengakhiri aktivitas.
2. Ukur dan catat denyut jantung awal operator

3. Operator melakukan operasi mengayuh *ergocycle* pada tingkat beban kecepatan (20 rpm dan 40 rpm)
4. Operator mengayuh *ergocycle* selama 4 menit dengan kecepatan 20 dan 40 rpm.
5. Pada saat operator melakukan aktivitas, *timer* menjaga waktu dan penulis mencatat kecepatan denyut jantung operator setiap 15 detik selama 4 menit.
6. Setelah aktivitas berakhir ukur kembali kecepatan denyut jantung operator setiap 15 detik sampai denyut jantung operator kembali normal.
7. Setelah denyut jantung kembali normal berarti operator sudah *recovery*.

5.1.2 Treadmill

Berikut ini cara pengambilan data menggunakan *treadmill* yang dilakukan pada praktikum:

1. Siapkan satu orang operator, satu orang *timer*, dan satu orang yang mencatat / penulis waktu hasil dari percobaan, operator yang bertindak sebagai orang yang melakukan percobaan, *timer* bertugas menjaga waktu, dan penulis bertugas mencatat kecepatan denyut jantung operator dan memberi aba-aba kepada operator untuk memulai dan mengakhiri aktivitas.
2. Ukur dan catat denyut jantung awal operator.
3. Operator melakukan operasi berlari diatas *treadmill* pada tingkat beban kecepatan (4,0 kmph dan 6,0 kmph)
4. Operator berlari diatas *treadmill* selama 4 menit dengan kecepatan 4,0 kmph dan 6,0 kmph.
5. Pada saat operator melakukan aktivitas, *timer* menjaga waktu, dan penulis mencatat kecepatan denyut jantung operator setiap 15 detik selama 4 menit.
6. Setelah aktivitas berakhir ukur kembali kecepatan denyut jantung operator setiap 15 detik sampai denyut jantung kembali normal.
7. Setelah denyut jantung kembali normal berarti operator sudah *recovery*.



Gambar *Flowchart* Prosedur Pengambilan Data

REFERENSI

- Iridiastadi, Hardianto dan Yassierli. 2011. *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT REMAJA ROSDAKARYA.
- Tarwaka, Solichul HA, Bakri, Sudiajeng Lilik. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas Ed. 1 Cet. 1*. Surakarta: UNIBA PRESS.
- Tayyari, F. dan Smith, J. L., 1997, *Occupational Ergonomic: Principal and Applications*, Ed. 1, London: Chapman and Hall.
- Wickens, C. D., Lee, J. D., Liu, Y., dan Becker, S. E.G., 2004, *An Introduction to Human Factors Engineering*, Edisi ke-2, New Jersey: Pearson Prentice Hall.

6. Format Laporan

Cover Laporan

Lembar Pengesahan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.2 Tujuan

BAB II LANDASAN TEORI

(Berdasarkan BAB IV)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.2 Prosedur Praktikum

3.2.1 Prosedur Pengambilan Data

3.2.2 Prosedur Pengolahan Data

3.3 *Flowchart* Praktikum

3.3.1 *Flowchart* Pengambilan Data

3.3.2 *Flowchart* Pengolahana Data

BAB IV PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Data *Ergocycle*

4.1.1.1 Data *Ergocycle* Pembebanan 20 rpm

4.1.1.2 Data *Ergocycle* Pembebanan 40 rpm

4.1.2 Data *Treadmill*

4.1.2.1 Data *Treadmill* Pembebanan 4 km/s

4.1.2.2. Data *Treadmill* Pembebanan 6 km/s

4.2 Data Sampel

4.2.1 Data Sampel *Ergocycle*

4.2.1.1 Data Jenis Kelamin Pria

A. Data Jenis Kelamin Pria Pembebanan 20 rpm

B. Data Jenis Kelamin Pria Pembebanan 40 rpm

4.2.1.2 Data Jenis Kelamin Wanita

A. Data Jenis Kelamin Wanita Pembebanan 20 rpm

B. Data Jenis Kelamin Wanita Pembebanan 40 rpm

4.2.2 Data Sampel *Treadmill*

4.2.1.1 Data Jenis Kelamin Pria

A. Data Jenis Kelamin Pria Pembebanan 4 kmph

B. Data Jenis Kelamin Pria Pembebanan 6 kmph

4.2.1.2 Data Jenis Kelamin Wanita

A. Data Jenis Kelamin Wanita Pembebanan 4 kmph

B. Data Jenis Kelamin Wanita Pembebanan 6 kmph

4.3 *Working pulse* dan *Work pulse*

4.3.1 *Working pulse* dan *Work pulse* Pria Saat Penggunaan *Ergocycle*

A. Pembebanan 20 rpm

B. Pembebanan 40 rpm

4.3.2 *Working pulse* dan *Work pulse* Wanita Saat Penggunaan *Ergocycle*

A. Pembebanan 20 rpm

B. Pembebanan 40 rpm

4.3.3 *Working pulse* dan *Work pulse* Pria Saat Penggunaan *Treadmill*

A. Pembebanan 4 kmph

B. Pembebanan 6 kmph

4.3.4 *Working pulse* dan *Work pulse* Wanita Saat Penggunaan *Treadmill*

A. Pembebanan 4 kmph

B. Pembebanan 6 kmph

4.4 Konsumsi Energi (*Energy Expenditure*), Oksigen dan Kategori Beban Kerja

4.4.1 Konsumsi Energi (*Energy Expenditure*), Oksigen dan Kategori Beban Kerja Operator Pria Saat Penggunaan *Ergocycle*

A. Pembebanan 20 rpm

B. Pembebanan 40 rpm

4.4.2 Konsumsi Energi (*Energy Expenditure*), Oksigen dan Kategori Beban Kerja Operator Wanita Saat Penggunaan *Ergocycle* Pembebanan 20 rpm

A. Pembebanan 40 rpm

4.4.3 Konsumsi Energi (*Energy Expenditure*), Oksigen dan Kategori Beban Kerja Operator Pria Saat Penggunaan *Treadmill*

A. Pembebanan 4 kmph

B. Pembebanan 6 kmph

4.4.4 Konsumsi Energi (*Energy Expenditure*), Oksigen dan Kategori Beban Kerja Operator Wanita Saat Penggunaan *Treadmill*

A. Pembebanan 4 kmph

B. Pembebanan 6 kmph

4.5 Waktu *Recovery*

4.5.1 Waktu *Recovery* Percobaan

4.5.1.1 Waktu *Recovery* Percobaan Pria Saat Menggunakan *Ergocycle*

A. Pembebanan 20 rpm

B. Pembebanan 40 rpm

4.5.1.2 Waktu *Recovery* Percobaan Wanita Saat Menggunakan *Ergocycle*

A. Pembebanan 20 rpm

B. Pembebanan 40 rpm

4.5.1.3 Waktu *Recovery* Percobaan Pria Saat Menggunakan *Treadmill*

A. Pembebanan 4 kmph

B. Pembebanan 6 kmph

4.5.1.4 Waktu *Recovery* Percobaan Wanita Saat Menggunakan *Treadmill*

A. Pembebanan 4 kmph

B. Pembebanan 6 kmph

4.5.2 Waktu *Recovery* Teoritis

4.5.2.1 Waktu *Recovery* Teoritis Pria Saat Menggunakan *Ergocycle*

A. Pembebanan 20 rpm

B. Pembebanan 40 rpm

4.5.2.2 Waktu *Recovery* Teoritis Wanita Saat Menggunakan *Ergocycle*

A. Pembebanan 20 rpm

B. Pembebanan 40 rpm

4.5.2.3 Waktu *Recovery* Teoritis Pria Saat Menggunakan *Treadmill*

A. Pembebanan 4 kmps

B. Pembebanan 6 kmps

4.5.2.4 Waktu *Recovery* Teoritis Wanita Saat Menggunakan *Treadmill*

A. Pembebanan 4 kmps

B. Pembebanan 6 kmps

4.6 Analisa Perbandingan *Recovery* Percobaan dan *Recovery* Teoritis

**4.6.1 Analisa Perbandingan *Recovery* Percobaan dan *Recovery* Teoritis
Pada *Ergocycle* Pembebanan 20 rpm**

4.6.2 Analisa Perbandingan *Recovery* Percobaan dan *Recovery* Teoritis

**4.6.3 Analisa Perbandingan *Recovery* Percobaan dan *Recovery* Teoritis
Pada *Treadmill* Pembebanan 4 kmps**

**4.6.4 Analisa Perbandingan *Recovery* Percobaan dan *Recovery* Teoritis
Pada *Treadmill* Pembebanan 6 kmps**

4.7 Penilaian Beban Kerja

4.7.1 Penilaian Beban Kerja Penggunaan *Ergocycle*

4.7.1.1 Penilaian Beban Kerja Pada Tingkat Pembebanan 20 rpm

4.7.1.2 Penilaian Beban Kerja Pada Tingkat Pembebanan 40 rpm

4.7.2 Penilaian Beban Kerja Penggunaan *Treadmill*

4.7.2.1 Penilaian Beban Kerja Pada Tingkat Pembebanan 4 kmps

4.7.2.2 Penilaian Beban Kerja Pada Tingkat Pembebanan 6 kmps

4.8 Perbandingan Grafik

4.8.1 Grafik denyut jantung pada saat istirahat (*resting pulse*) dengan denyut jantung rata-rata selama bekerja (*working pulse*)

a. Perbandingan *working pulse* dan *resting pulse* pada 20 rpm

b. Perbandingan *working pulse* dan *resting pulse* pada 40 rpm

c. Perbandingan *working pulse* dan *resting pulse* pada 4 kmps

d. Perbandingan *working pulse* dan *resting pulse* pada 6 kmps

4.8.2 Grafik denyut jantung untuk kerja (*work pulse*) dengan denyut jantung rata-rata selama bekerja (*working pulse*)

a. Perbandingan *working pulse* dan *work pulse* pada 20 rpm

b. Perbandingan *working pulse* dan *work pulse* pada 40 rpm

c. Perbandingan *working pulse* dan *work pulse* pada 4 kmph

d. Perbandingan *working pulse* dan *work pulse* pada 6 kmph

4.8.3 Grafik denyut jantung selama istirahat total (*total recovery*)

a. Denyut jantung selama istirahat total (*total recovery*) pada *ergocycle*

b. Denyut jantung selama istirahat total (*total recovery*) pada *treadmills*

4.8.4 Grafik denyut kerja total (*total work pulse or cardiac cost*)

a. Denyut kerja total (*total work pulse or cardiac cost*) pada *ergocycle*

b. Denyut kerja total (*total work pulse or cardiac cost*) pada *treadmills*

4.8.5 Grafik hubungan berat badan dengan *working pulse*

a. Hubungan berat badan dengan *working pulse* pada *ergocycle*

b. Hubungan berat badan dengan *working pulse* pada *treadmills*

4.8.6 Grafik hubungan jenis kelamin dengan denyut kerja total

a. Hubungan jenis kelamin dengan denyut kerja total pada 20 rpm

b. Hubungan jenis kelamin dengan denyut kerja total pada 40 rpm

c. Hubungan jenis kelamin dengan denyut kerja total pada 4 kmph

d. Hubungan jenis kelamin dengan denyut kerja total pada 6 kmph

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

5.2 Saran

REFERENSI